



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TECNOLOGÍA OMICA PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS
CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS EN EL OLEODUCTO NOR
PERUANO -LORETO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

AUTORES:

BUJAHICO HUERTAS KAREN (ORCID: 0000-0001-7132-092)

FLORES GOMEZ IRVING (ORCID: 0000-0002-2442-1382)

RICSE CONDOR RUDY (ORCID: 0000-0003-4221-2549)

SOLIS RICALDI CARLOS (ORCID: 0000-0003-2802-7523)

ASESOR:

Dr. LLOCLLA GONZALEZ HERRY (ORCID: 0000-0002-0821-7621)

LINEA DE INVESTIGACION

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Lima – Perú

2020-II

DEDICATORIA

A nuestros padres
por su apoyo
incondicional, y a
nuestro asesor
Herry por sus
conocimientos
brindados.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a nuestros padres que estuvieron en un constante apoyo en el transcurso de este trabajo en estos tiempos tan complejos en los cuales estamos viviendo, que cuando sentíamos que ya no podíamos nos brindaban las fuerzas necesarias para seguir adelante.

Al Dr. Herry Lloclla Gonzales por los consejos invaluable y el aprendizaje obtenido durante este semestre, así como el tiempo dedicado en nuestra formación profesional.

INDICE

Índice de tablas	2
Índice de Gráficos.....	2
Índice de figuras	2
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo de diseño de investigación	15
3.2. Variables y Operacionalizad	15
3.3. Población (criterios de Selección), muestra, muestreo, unidad de análisis....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de Análisis de datos	17
3.7. Aspectos Éticos	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	32
VIII. REFERENCIAS	33
IX. ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Principales básicos de las biotecnologías ómicas	18
Tabla N° 2: Las especialidades de las metodologías ómicas son de tres tipos	20
Tabla N° 3: Análisis comparativo de las ventajas y desventajas de las tecnologías ómicas	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Diagrama de flujo de la propuesta de diseño de un programa de metagenómica	27
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Procesos intervinientes para la obtención de los microorganismos ideales	28
---	----

RESUMEN

En la presente investigación se dará a conocer qué tecnologías ómicas son las más adecuadas para elegir aquellos microorganismos que tienen las mejores propiedades para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. Se presenta como un proyecto factible que propone la solución a las desventajas de la biorremediación tradicional, debido a que esta conlleva períodos de recuperación muy amplios lo que genera mayor tiempo e inversión, cuyo problema general aborda los constantes derrames de hidrocarburos que se han generado en la amazonia peruana por lo que se propone las técnicas ómicas como una solución eficiente ante esta problemática ambiental. Esta investigación es de tipo descriptiva, donde se da a conocer los enfoques de las técnicas ómicas, así como su importancia en la biorremediación con el fin de acelerar procesos de rápida recuperación de áreas contaminadas. Además, se realiza una propuesta de un programa de metagenómica con el fin de identificar cuáles son los microorganismos específicos para la biorremediación de suelos en un corto plazo de tiempo. Como resultado de la investigación se determinó que las técnicas genómica y metagenómica son las ideales para la identificación y aplicación de la biorremediación.

Palabra Claves: Técnica Ómicas, Biorremediación, Metagenómica, Genómica, Hidrocarburos.

ABSTRACT

In this research it will be known which omic technologies are the most suitable to choose those microorganisms that have the best properties for the bioremediation of hydrocarbon contaminated soils. It is presented as a feasible project that proposes the solution to the disadvantages of traditional bioremediation, because it entails very long recovery periods that generate more time and investment. The general problem of this project is the constant oil spills that have been generated in the Peruvian Amazon, so the omic techniques are proposed as an efficient solution to this environmental problem. This research is of a descriptive type, where the approaches of the omic techniques are made known, as well as their importance in bioremediation in order to accelerate processes of rapid recovery of contaminated areas. In addition, a proposal for a metagenomics program is made in order to identify the specific microorganisms for soil bioremediation in a short period of time. As a result of the research it was determined that genomics and metagenomics techniques are ideal for the identification and application of bioremediation.

Keywords: Omic Technique, Bioremediation, Metagenomics, Genomics, Hydrocarbon.

I. INTRODUCCIÓN

Los problemas de contaminación no solo se encuentran en el ámbito local o nacional sino mundial, se han vuelto parte de nuestra vida cotidiana por lo que es preocupante todo lo que fue impactado como los ecosistemas de nuestro planeta, y la capa superficial de la corteza terrestre está totalmente dañada. Según Ticona (2018) menciona, que las actividades realizadas por el hombre ocasionan problemas preocupantes en materia de contaminación a los recursos naturales, que agrava mucho más la situación debido a que son componentes primordiales para la conservación del ser humano, además de ser recursos del cual se obtienen alimentos e insumos para la industria de los recursos energéticos.

Según Pisfil, (2018) describe que mayormente la contaminación por hidrocarburos se da como consecuencia de las actividades de transporte, explotación y almacenamiento del petróleo, esto ha generado en la actualidad distintos aspectos ambientales al entorno en el que se desarrollan como la afectación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, lo cual conlleva a distintos impactos negativos de forma social, ambiental y económica en lugares cercanos al área de estudio.

Los derrames de hidrocarburos en el Perú se han vuelto muy frecuentes en los últimos años sobre todo en la Amazonía peruana, ya sean en los procesos de producción de crudo, así como también durante su comercio, transporte y almacenamiento en sitios de acopio, de tal manera esta actividad ocupa uno de los primeros lugares de contaminación debido a la magnitud que los daños causan al medio ambiente.

Debido a los problemas que se suscitaron en Loreto debido a los derrames de petróleo en el Oleoducto Nor-Peruano por parte de la transnacional Pluspetrol que ocasionó daños muy graves al ecosistema ,se realizaron diversas investigaciones para determinar las causas y los responsables de las negligencias ambientales ocurridas, una de las más resaltantes es la que plantea el Congreso de la república (2017) que nos da a conocer que se produjeron exactamente 36 derrames de hidrocarburos entre los años 2008 al 2016, lo que equivale a 8 años de constantes vertimientos con un aproximado mínimo de 32455 barriles de petróleo derramados al medio ambiente.

Sin embargo ya existen métodos convencionales para lograr remediar este tipo de daños al ambiente específicamente al suelo como la biorremediación, fitorremediación, pero nuevamente el problema es el tiempo que toma estos métodos para poder remediar el daño causado el cual es a largo plazo, es aquí donde toma importancia la aplicación de las biotecnologías ómicas, el cual es un complemento para la biorremediación que consiste en descubrir el degradador microbiano ideal para la biorremediación de un contaminante en específico y así acelerar la recuperación del suelo en un corto plazo de tiempo.

Para plantear el problema de investigación se tiene en cuenta que el Perú, la última década ha enfrentado graves problemas ambientales en materia de contaminación de suelos debido a los derrames de hidrocarburos que se han suscitado en los últimos años, las técnicas de remediación tradicionales son una buena alternativa pero tienen una desventaja que es la lenta tasa de recuperación, es por eso la necesidad de aplicar métodos más eficaces para la pronta recuperación del ecosistema, es aquí la importancia de las tecnologías ómicas que actualmente nos ayudan a acelerar procesos de rápida recuperación de áreas degradadas. De tal manera se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Qué tipo de biotecnología ómicas será la más efectiva para complementar la biorremediación y la degradación de suelos contaminados por hidrocarburos?

La presente justificación del trabajo se da debido a que la generación de energía es una actividad fundamental y necesaria para las actividades humanas, la energía es materia prima para cualquier actividad que realicemos diariamente, está presente en todo momento en nuestras vidas, se obtiene en su gran mayoría través de la extracción de combustibles fósiles para transformación y distribución por lo cual el proceso de los hidrocarburos para la generación de energía de diversos tipos cumplen un papel fundamental en la problemática ambiental a nivel mundial.

Los hidrocarburos generan aspectos beneficiosos para los seres vivos, pero al mismo tiempo si exista un mal manejo de estos mismos causan impactos negativos al entrar en contacto con el medio ambiente específicamente en el suelo debido a diversas negligencias generadas para que existan estos vertimientos que perjudican la biocenosis y el biotopo.

Para recuperar zonas contaminadas por hidrocarburos existen métodos convencionales como la biorremediación, que implica el uso de microorganismos para la degradación y transformación de contaminantes en forma que sea menos tóxica al medio ambiente, presentan demasiadas ventajas como que no alteran el ecosistema, no son costosos, sin embargo, la tasa de atenuación natural puede ser lenta de acuerdo a la magnitud de la contaminación. Por eso es necesaria la adición de nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre para el crecimiento de los microorganismos, pero tiene una limitación que es la lenta tasa de degradación de los contaminantes, es por eso que la biorremediación común es un método de remediación a largo plazo. De tal manera es necesaria la aplicación de las biotecnologías ómicas para lograr remediar este tipo de daños al medio ambiente específicamente al suelo en un tiempo más rápido para así evitar posibles otros daños.

OBJETIVOS:

Objetivo General:

Proponer un programa de biotecnología ómicas para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el oleoducto nor peruano -loreto.

Objetivo Específico:

Describir los principios, mecanismos y metodologías que la biotecnología omica para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el oleoducto Nor peruano -Loreto.

Seleccionar la tecnología ómicas adecuada para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el oleoducto Nor peruano -Loreto.

Diseñar un programa de metagenómica para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el oleoducto Nor peruano -Loreto.

II. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES

Como expresa Hernández López, et al (2018) en su investigación titulada, *Biotecnología ambiental: desafíos y perspectivas en la aplicación de tecnologías combinadas para mejorar la remediación y la generación*. Tiene que tuvo como objetivo *buscar soluciones para un medio ambiente libre de contaminantes sin comprometer desarrollo económico*.

Esta investigación se basó en la aplicación de biotecnologías con el fin de solucionar manera equilibrada problemáticas ambientales teniendo tanto beneficios económicos y ambientales. En tal sentido la población muestra una revisión de la era ómicas en la biotecnología ambiental microbiana como parte de la degradación de suelos contaminados, Los principales resultados es el control del contaminante en el suelo además de la fitorremediación que aplica métodos químicos y el uso de plantas que son beneficiosas por sus propiedades de absorber los contaminantes y así realizar el proceso de remediación.

Se concluye que la biotecnología ómicas, es parte del proceso de recuperación de suelos para la biorremediación y tiene como finalidad microorganismos, plantas, ADN O RNA de microorganismos vivos.

Palomino (2014) realizó una investigación para la Universidad de Huamanga, que lleva como título *Microorganismos con capacidad degradativa de aceites lubricantes usados, aislados de estratos superficiales de suelos contaminados y optimización de condiciones de crecimiento*. Tuvo como objetivo *utilizar los microorganismos aislados de suelos contaminados con hidrocarburos para degradar "aceite lubricante usado" en suelos de experimentación en condiciones de laboratorio*.

En este tema el autor usó microorganismos para degradar los contaminantes y transformarlos en inocuos tanto para el medio ambiente y la salud humana. Los puntos de muestreos se realizaron en diferentes puntos de los talleres automotrices como los de lubricantes de aceite que se ubican en la ciudad de Ayacucho. Se concluyo que las mejores condiciones para degradar un suelo tienen que tener un pH 6 con temperatura de 30°C, mientras que la concentración de nitrato de amonio no presenta ninguna variación.

Teniendo en cuenta a Morelli, Irma et al (2015), en su investigación titulada *La biorremediación en la era post-genómica*. Tuvo como objetivo *desarrollar métodos que aumenten el rendimiento en la extracción de proteínas a partir de suelos que permitan su normalización, junto con los avances en la secuenciación de genomas y su anotación*.

Se basó en la identificación de proteínas para la degradación del suelo contaminado. La población de estudio optó por nuevas técnicas de la biología molecular, una de ellas es la tecnología molecular ómica que se basa en la organización e interpretación de los datos muestreados. La cual dio como resultado que la microbiología ambiental o técnicas ómicas moleculares son de avance científico que consigue hipótesis claras para el trabajo de estudio.

Se concluye que la biorremediación por biotecnología ómicas son nuevas metodológicas que brindan realizar estudios más profundos en la degradación de contaminantes por hidrocarburos, que a través de los microorganismos cumplen una función primordial degradadora. Este proceso tiene como finalidad establecer parámetros bióticos y abióticos, produciendo así una tecnología fiable y segura.

Cómo planea Garzón, Rodríguez, et al, (2017), nos indica en su *Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible*. Tuvo como objetivo *la aplicación de la biorremediación y su aporte en el cumplimiento del desarrollo sostenible*.

Esta investigación se basó principalmente en mantener la sostenibilidad y sustentabilidad de los recursos ecosistémicos primordiales como agua, suelo y aire. La muestra del estudio consistió en que la biorremediación ha demostrado ser un método con resultados óptimos para la remoción de contaminantes, pero aún presenta algunas desventajas. Los resultados obtenidos son restricciones que se generaron en la etapa de la aplicación debido a la variabilidad ambiental, la baja degradación de los sustratos, entre otros. Su finalidad del estudio tuvo limitaciones con respecto en el tratamiento de áreas contaminadas en donde se aplica la biotecnología, de tal manera es de conveniencia la utilización de técnicas ómicas para que estos métodos tengan resultados más eficientes.

En su tesis Laureano, Crespo, et al (2015), en su investigación titulada, *Efectividad de un producto biotecnológico comercial EMTM microorganismos eficaces-REMEDIACIÓN en el tratamiento de aguas residuales industriales a nivel batch de la empresa ENCE-Energía y celulosa*. Esta investigación tuvo como objetivo *determinar la efectividad de un producto biotecnológico comercial EMTM REMEDIACIÓN microorganismos eficaces en el tratamiento de aguas residuales industriales a nivel batch en la Empresa ENCE – Energía y Celulosa*.

Se basó en demostrar el uso alternativo de biotecnología para el tratamiento de aguas residuales industriales. La población y muestra las muestras son los efluentes de algunos procesos de fábrica, el primer resultado fue que la disminución fue progresiva desde la aplicación de REMEDIACIÓN mostrando la efectividad del producto biotecnológico, pH estabilizado, eliminación de olores desagradables al día 3. Concluyó que debido a su efectividad que tiene en reducir el tiempo de descontaminación la biorremediación ha entrado en la era de las tecnologías ómicas la biorremediación, así como la genómica y la metabolómica estas nuevas metodologías nos brindan la posibilidad de realizar un determinado estudio sobre las comunidades microbianas.

Como expresa Buendía (2012), en su investigación científica titulada *Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante compost de aserrín y estiércoles*. La cual tuvo como objetivo de investigación *determinar la recuperación de un suelo contaminado con hidrocarburos, usando aserrín y estiércol, empleando como planta indicadora al maíz*.

Se basó en que la biotransformación que es un producto de la biorremediación, en algunos casos puede ser un método peligroso, debido a que la sustancia transformadas en algunos que no se logra degradar totalmente, se acumulan en el medio ambiente y posteriormente se vuelven más fuertes ante otros procesos que se podrían aplicar para degradar. La población de estudio fueron unas muestras de suelo contaminado por hidrocarburos, y el área de muestreo fue dentro de la refinería la pampilla ubicada en el distrito de ventanilla, La metodología de la investigación consistió en un periodo de bioensayo para evaluar la altura de las plantas(cm), como también su peso seco(gr) y su peso radicular (gr).

Se concluyó que los suelos que presentaron una mayor reducción de contaminantes por hidrocarburos consistieron en un tratamiento dosificado de aserrín de bolaina, dado que tuvo una reducción del 25% de concentración del contaminante,

mientras que los suelos que fueron dosificados solamente con aserrín y estiércol orgánico tuvieron una reducción del 22.5% de concentración del contaminante.

Como expresa Cébron A, Norini M-P, et al.(2008) en su investigación Real-time PCR quantification of PAH-ring hydroxylating dioxygenase (PAH-RHDa) genes from Gram positive and Gram negative bacteria in soil and sediment samples, tiene como objetivo dar conocer la técnica PCR que se utiliza para la identificación de las bacterias gram positivas y las gram negativas de una población microbiana. El ADN extraído del suelo es muestreado y utilizado en los cebadores con el fin de cuantificar en tiempo real la relación del gen potencial de la Bacteria.

Se concluye que la técnica de la reacción de la polimerasa (PCR) se puede realizar la réplica de los ADN de las bacterias ya analizadas e identificadas, gracias a esta técnica se conoce al gen potencial para la degradación del suelo.

Como plantea Suenaga H, Tsutomu O, et al. (2007) en su investigación Functional screening of a metagenomic library for genes involved in microbial degradation of aromatic compounds, tiene como objetivo al ADN metagenómico extraído del lodo como la clonación de fósidos y la *Escherichia coli* teniendo como resultado a la técnica de extradiol dioxigenadas (EDO) usando al catecol de sustrato, produciendo así 91 clones positivos para EDO, también se identificaron mutaciones de los genes.

Se concluye que la técnica metagenómica se utiliza para recuperar los genes nuevos de EDO como también para la información genética del EDO de los microorganismos, es por ellos que utilizan esta técnica para la réplica y clonación de los ADN de las comunidades bacterias.

Teniendo en cuenta a Yunhai S, Jun L, et al. (2015) en su investigación titulada *Comparative Genomics and Transcriptomics insights into the C1 metabolic model of a formaldehyde degrading strain Methylobacterium sp. XJLW*, que tuvo como objetivo dar a conocer las cepas de las comunidades microbianas.

Esta investigación se basa al estudio de los microorganismos y a su aspecto remediador que comprenden en su ADN, la población de estudio son las bacterias que nos da como resultado al gen de ADN de la bacteria analizada. Se concluye que gracias a estos estudios se sabe que familias de bacterias son las más adecuadas para la remediación del suelo.

Como expresa Sanjana K, Tanwi S, et al. (2016) nos da a conocer en su investigación *"Omic" Tools for Better Understanding the Plant - Endophyte Interactions*, que tuvo como objetivo el *estudio genómico moderno molecular*.

Se basa en el aprovechamiento del huésped receptor (planta) para colocar a la bacterias que están siendo analizadas para la remediación del suelo. Se concluye que gracias a estos microorganismos se puede reducir la contaminación del suelo y a la vez se conoce a la planta como parte de la fitorremediación que ayudan a remediar el suelo, ya que estas son los huéspedes receptores de las bacterias, y que en conjunto ambas ayudan más a la biorremediación.

Citando a Chirayu D, Hilor P, et al. (2010) en su investigación titulada *Advances in Molecular and "-Omics" Technologies to Gauge Microbial Communities and Bioremediation at xenobiotic/anthropogen Contaminated Sites*, tiene como objetivo la biorremediación.

Se basa en la remediación del suelo con bacterias, que tiene como población a la comunidad microbiana, que nos da como resultado una óptima remediación ecológica y orgánica. Se concluye que gracias a este estudio la biorremediación es un método más económico y más factible para utilizar en la recuperación de un suelo dañado por hidrocarburos.

Desde el punto de vista de Supreeta V, Max C, et al. (2018) en su investigación titulada *Optimization of Multi-Omic Genome-Scale Models: Methodologies, Hands-on Tutorial, and Perspectives*, tiene como objetivo *evaluar el potencial el potencial metabólico de los microorganismos*.

Se basa en el estudio de los genomas, que cuando se expresa genéticamente muy abajo de su fenotipo nos indica que su sistema biológico está en un metabolismo incorrecto, es decir que los microorganismos estudiados no están cumpliendo el rol de optimizar las enzimas. Se concluye que si los genomas no están en condiciones ambientales óptimas, estas no cumplirían su rol tan importante de la creación de enzimas medicas y conlleva a una extracción de dichos microorganismos.

Según los autores Rajiv, Dalsukh, et al (2009) en su investigación titulada *Bioremediation of contaminated sites: A low - cost nature biotechnology for environmental clean up by versatile microbes, plants & earthworms*, que tuvo como objetivo *analizar qué biorremediación es una técnica de bioingeniería suave para limpiar*

terrenos, sitios contaminados utilizando microbios (bacterias u hongos), plantas (terrestres y acuáticas) y lombrices de tierra. Se concluyó que los microorganismos menos peligrosos que cumplirían los mismos objetivos que el indeseable "patógeno" pueden ser descubiertos y seleccionados de la diversidad microbiana, o creados por ingeniería genética. La investigación biotecnológica durante varios años ha empleado la selección.

De acuerdo con Félix (2017), en su investigación titulada *Biotechnologías ómicas y sus aplicaciones para la biorremediación y biodegradación de contaminantes de los ambientes marinos*. La cual tuvo como objetivo de investigación *analizar la utilidad de la metagenómica en las investigaciones microbianas relacionadas con la contaminación de ambientes marinos por microplásticos*.

Esta investigación se basó en que los microorganismos también se pueden utilizarse para la evaluación ambiental, como la técnica metagenómica que identifica a los microorganismos presente en un porcentaje aproximadamente del 99%. La población de estudio fue una muestra de sedimentos de manglar, la cual su muestreo consiste en extraer el ADN de las bacterias presentes. Se utilizó la espectrometría de masas para identificar la proteína y metabolismo de la bacteria degradadora. Los resultados fueron muy satisfactorios ya que se consiguió la degradación del plástico mediante las enzimas degradadoras.

Se concluye que el uso de la biotecnología es un método de biorremediación más adecuada para el control marino.

En su trabajo de investigación Cerna (2018), en su investigación titulada *Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos usando el hongo *Penicillium janthinellum**, la cual tuvo como objetivo *determinar la capacidad de biorremediación de las cepas de *Penicillium janthinellum* en la recuperación del suelo contaminado con hidrocarburo del área de servicios generales de la UNALM–La Molina*.

Se basó en analizar muestras de suelo para medir las concentraciones totales de petróleo que fueron extraído de su área de estudio debido a que el lugar donde se realizan mantenimientos a los vehículos averiados se utiliza la gasolina como suministro para limpiar las piezas de estos mismos. La población de estudio fue 250m² de suelo contaminado con gasolina el cual se extrajo de la Universidad Agraria La Molina ,específicamente de su área de servicios generales y la muestra fue tomada aleatoriamente, con el cual se trabajó con un 10% del área contaminada (25m²) , los instrumentos empleados fueron Gps, ArcGis, Ficha de análisis de hidrocarburos totales

de petróleo, pH, m.o, c.e y T°, los principales resultados fueron que el hidrocarburo analizado sobrepasaba el D.S N° 011-2017, MINAM, para suelo. Se concluyó que este método resultó eficaz para remediar el suelo mediante la manipulación de microorganismos para transformar los hidrocarburos en un estado inocuo.

Como señala Vlaanderen, Smith, et al (2018), en su investigación titulada *Application of Omics Technologies in Occupational and Environmental Health Research; Current Status and Projections*. La cual tuvo como objetivo de investigación *aplicar las tecnologías ómicas en la investigación de OEH e investigación de Salud Ambiental Ocupacional*.

Esta investigación se basó en que su aplicación en estudios de observación en humanos (HOS) se ha vuelto factible en los últimos años debido a un aumento espectacular en la sensibilidad, resolución y rendimiento de los ensayos basados en ómicas. La población de estudio consistió en investigar los efectos de la salud humana en benceno y arsénico, y el muestreo consistió en la aplicación de las ómicas para determinar la salud ambiental ocupacional en las personas. Los principales resultados demostraron que se podía identificar un número relativamente limitado de genes en el genoma humano, lo que corroboraba la teoría de que los procesos biológicos complejos estaban regulados en otros niveles además de la secuencia de ADN sola.

Se concluyó que las tecnologías ómicas tienen un gran valor potencial para la investigación de OEH porque se sabe que el entorno influye en muchos de los procesos descritos y, por lo tanto, es probable que las tecnologías ómicas proporcionen información valiosa, especialmente cuando los tres dominios se superponen.

En su tesis Cárdenas (2017), en su investigación titulada *Biodegradación de hidrocarburos totales de petróleo por bioestimulación con Cachaza y Guano de Islas en suelos de la Refinería Conchán-Petroperú*, tuvo como objetivo *evaluar la biodegradación de hidrocarburos totales de petróleo por la bioestimulación con Cachaza y Guano de Islas en suelos procedentes de la Refinería Conchán –Petroperú*.

Se basó en evaluar la degradación de suelos contaminados con alta concentración de hidrocarburos aplicando la bioestimulación con cachaza y guano de isla, con el fin de restaurar el suelo mediante bacterias degradadoras de petróleo. La población de estudio consistió en 50 hectáreas, en donde se realizan procesos como la refinación y almacenamiento de estos compuestos del petróleo, y para la población se tomó una pequeña muestra en base a la guía de muestreo de suelos del MINAM. Los principales resultados consistieron en una similitud de los tratamientos aplicados como

en la humedad del suelo, la temperatura ambiental, la luz solar y la velocidad del viento. Se concluyó que la bioestimulación es una técnica eficiente en la degradación de suelos contaminados por hidrocarburos y lograron reducir los sustratos manteniéndolos dentro de los estándares de calidad ambiental para suelos afectados por hidrocarburos.

Como expresa Muneer, Malla, et al (2018) en su investigación titulada *Understanding and Designing the Strategies for the Microbe-Mediated Remediation of Environmental Contaminants Using Omics Approaches*. La cual tuvo como objetivo de investigación *aprovechar y mejorar la capacidad natural de diferentes microbios para metabolizar estos compuestos tóxicos*.

Se basó en las estrategias de los enfoques omicos para tratar y reestablecer ambientes contaminados. Abordó específicamente el papel fundamental de las técnicas ómicas en la biorremediación, así como su comprensión de los consorcios microbianos. Los resultados fueron que las técnicas ómicas ayudan a comprender los aspectos funcionales de las comunidades microbianas y su interacción en el proceso de restauración de áreas contaminadas. Se concluye que los enfoques omicos presentan propiedades para identificar a los organismos responsables de la eliminación de contaminantes y poder lograr una eficiente biorremediación.

Como expresa Azubuike, Christopher, et al(2016) en su investigación titulada *Biorremediación techniques–classification based on site of application: principles, advantages, limitations and prospects*. La cual tuvo como objetivo de investigación *proporcionar información sobre las dos técnicas principales de biorremediación, sus principios, ventajas, limitaciones y perspectivas*.

Se basó en la biorremediación como un método efectivo y confiable para la restauración de ambientes contaminados debido al aprovechamiento de las propiedades de los microorganismos para degradar sustratos. La metodología consistió en determinar las técnicas óptimas para reducir las concentraciones de contaminantes a un estado inocuo. Los resultados consistieron que para lograr una biorremediación exitosa es fundamental elegir la técnica adecuada de biorremediación. Se concluye que los dos enfoques primordiales para lograr una biorremediación exitosa son la bioacumulación y bioestimulación siempre y cuando se mantengan en un estado óptimo los factores ambientales.

BIORREMEDIACIÓN

Se sabe que todos los días ocurren sucesos de catástrofes de manera natural o producidas por el hombre llamadas acciones antrópicas como por ejemplo derrames, vertimientos de contaminantes al suelo. Lamentablemente todo esto ocasiona el deterioro de los suelos es por ello la necesidad de usar métodos sostenibles para la recuperación de contaminantes, de tal manera Fuentes, Sebastián (2014) nos menciona que la biorremediación es una tecnología ambiental rentable para realizar una degradación completa de hidrocarburos presentes en el suelo.

En su investigación Daffonchio, Daniele (2013) nos menciona que la efectividad de la biorremediación consiste en clasificar los microorganismos que degradan los hidrocarburos mediante una serie de tecnologías para poder mejorar las capacidades de restauración de sitios contaminados. Este método consiste en aislar nuevos microorganismos específicos y diseñar enfoques omicos para poder realizar una biorremediación más eficaz aplicada a ecosistemas contaminados.

En su investigación Iturbe (2010) nos menciona que para que estos microorganismos ya mencionados puedan degradar o transformar con eficiencia el compuesto, es necesario que se cumplan ciertas condiciones como tener una temperatura adecuada. Por lo que nos da a entender suficiente agua para su acción, también adicionar una cantidad adecuada de nutrientes, así como también es de suma importancia oxígeno para los microorganismos aerobios.

BIOTECNOLOGÍA

Según el Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (2002), no dice que la biotecnología tiene como aplicación a la ciencia y a la ingeniería que al procesar los materiales conduce a la generación de agentes biotecnológicos, ya que tiene el fin obtener productos y servicios más naturales. Estos organismos aplican a la célula como parte de análisis molecular del estudio.

La biotecnología se puede definir como el uso de organismos vivos o parte de ello para el beneficio para el ser humano, también es importante mencionar que la biotecnología se suele agrupar por colores para su correspondiente distinción, como la biotecnología roja, azul, amarilla y verde. Podríamos decir que la biotecnología se

encarga de encontrar el problema y encontrar una solución para así producirla a gran escala.

BIOTECNOLOGÍA ÓMICA

La biotecnología ómicas es la encargada de estudiar los productos de la expresión de los genes microbianos, que nos sirve para identificar los agentes microbianos beneficiosos que nos ayudan a la degradación de sitios contaminados o agentes patógenos presentes en el lugar.

En base a este concepto Félix, (2017) define que las biotecnologías ómicas estudian los microorganismos beneficiosos útiles para ayudar a recuperar sitios contaminados por actividades propias del ser humano como derrame de hidrocarburos, actividades mineras, lugares contaminados por aguas residuales, entre otros. Es decir, la biotecnología es la selección de los mejores microorganismos que tengan las propiedades necesarias para lograr una biorremediación más eficiente.

Esta tecnología se basa que en el suelo están presentes diferentes variedades de microorganismos, que dentro de su genoma van a tener un conjunto de genes que van a trabajar juntos y van a codificar para diversas proteínas que van a facilitar el crecimiento de los microorganismos para luego estos sean los encargados de poder degradar algún contaminante en específico complementando a la biorremediación. Desde el punto de vista de Benítez, Javier (2019) señala que las tecnologías ómicas se caracterizan por su alta eficacia en procesar cantidades de datos en un solo experimento realizado de una muestra única, existen 4 tipos de tecnologías ómicas las cuales son la metagenómica, la proteómica, transcriptómica y la metabolómica.

Metagenómica: Es el estudio de los microorganismos a partir de su ADN es decir todo su genoma.

Transcriptómica: Se le llama transcriptómica cuando se hace el estudio a nivel de transcritos, es decir a nivel de ARN.

Proteómica: Este se puede realizar a partir de las proteínas, es decir conocer y detectar cuales son las proteínas que intervienen en el proceso.

Metabolómica: Es el estudio a través de metabolitos que son compuestos secundarios.

BIORREMEDIACIÓN DE HIDROCARBUROS

Teniendo en cuenta a Ponce, (2014) menciona que la contaminación de suelos contaminados por medio de hidrocarburos es una problemática a nivel mundial ya sean por vertimientos en suelos, cuerpos de agua o infiltraciones al subsuelo.

La biorremediación en suelos contaminados por hidrocarburos consiste en la utilización de microorganismos vivos con el fin de neutralizar y degradar un cuerpo contaminado por diversos factores como derrames de petróleo, roturas de conductos para el transporte de hidrocarburos, acciones del hombre sean directa o indirectamente. Orozco, Soria, (2008) menciona que este método consiste en la aplicación de bacterias presentes en el suelo para que estas bacterias de acuerdo a sus propiedades puedan degradar el contaminante y así disminuir la tasa de afectación al ambiente, esto con el fin de recuperar ecosistemas dañados por presencia de agentes físico químicos o biológicos.

Dicho con palabras de Buendía, (2012) quien argumenta que la biodegradación asistida para descontaminar lugares contaminados por hidrocarburos, es un proceso que se basa en la degradación o neutralización de los contaminantes orgánicos en el suelo por microorganismos indígenas como bacterias u hongos los cuales están presentes en el mismo sitio contaminado.

Es decir, es un proceso en el cual los contaminantes orgánicos que afectan el medio ambiente, son biotransformados es decir neutralizados, degradados o reducidos hasta un nivel aceptable que se encuentre dentro de los niveles permisibles para que no siga generando afectación al ecosistema. Debido a que los microorganismos utilizan los contaminantes como alimento y los transforman para su propio crecimiento como fuente de carbono y energía para lograr sus propiedades degradadoras.

SUELOS CONTAMINADOS

Teniendo en cuenta a Martínez y Pérez (2005) nos dan a conocer que un suelo contaminado, es un ecosistema que fue alterado negativamente sus características, por la presencia de contaminantes químicos de origen humano que impactaron su estructura, lo cual no solo causa riesgo al suelo sino causan riesgo a la salud humana.

Es decir que produce efectos adversos y perjudiciales sobre el ecosistema, medio ambiente por su presencia de componentes químicos que son de carácter

peligroso que son destinatarios del propio ser humano que genera una situación de riesgo a las demás personas por su gran impacto a nuestro hábitat.

ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES DEL SUELO

Desde la posición de Martínez y Pérez (2005) sostienen que las actividades potencialmente que impactan el suelo, son aquellas actividades que general residuos son de tipo industrial o de tipo comercial, pueden contaminar el suelo.

Es decir que la mayoría de actividades ya sean industrial o comercial van a generar un impacto negativo al suelo por su diversidad de procesos que pueden conllevar estas como por ejemplo la extracción de crudos de petróleo y gas natural las cuales están en la clasificación nacional de actividades económicas en R.D 1560/1992 la que está modificada en la R.D 330/2003. donde podemos encontrar dichas actividades

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación que aplicamos en este trabajo de acuerdo a la información es descriptivo.

Diseño de Investigación

El tipo de diseño que se utilizó en el trabajo es Descriptivo, según Hurtado Leon y Toro Josefina (2007,p.103) “ estudia los cambios de variables o de sus relaciones a través del tiempo dentro de una población en general”.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variables

Variable dependiente: Biorremediación de suelos contaminados.

Variable independiente: Técnica de Biotecnología Ómica

3.2.2. Operacionalización de variables

Ver matriz de operacionalización de variables en anexos

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.

100 m2 de suelo contaminado por el Oleoducto Nor peruano.

Muestra

5 m2 de suelo contaminado, que se sacará de 5 puntos, para cada punto se muestrearon 1 kg de suelo para cada punto.

Muestreo

El tipo de muestreo será aleatorio, el muestreo aleatorio simple se da mediante la suposición de que la población tiene infinitos elementos. Al momento de realizar dicho muestreo puede ocurrir que las poblaciones que se tiene, están compuestas de un número grande de elementos, con lo cual se puede encontrar con una situación de infinitos elementos.

Unidad de análisis

Suelo con hidrocarburos

TÉCNICAS:

Revisión Documental: Nos permitirá realizar el desarrollo y las características de los procesos, para así disponer la información adecuada. La matriz de categorías será el instrumento fundamental que se utilizaran para que así se dictaminen los materiales tales como el lápiz y el papel que son formatos primordiales, De Barrera (2000).

Observación: Esta técnica consiste en la información de los objetos, fenómenos, hechos, acciones, situaciones y la observación de una persona o lugar, con el fin de obtener datos de la Guía de Observación, Escala de Observación y la Lista de Cotejo que son instrumentos fundamentales para la realización de la técnica así como también los materiales de papel y lápiz (formato), cámara fotográfica y la cámara de

video, con todo esto se obtendrá la información necesario con evidencias del lugar de investigación del proyecto De Barrera (2000).

3.5. PROCEDIMIENTOS

En este caso se usará el método del PCR (reacción en cadena de la polimerasa), la cual consiste en hacer una extracción del ADN total que hay en la muestra ambiental, es decir el suelo contaminado, vamos a tomar esa muestra y vamos extraer el ADN de todos los microorganismos que habitan esa zona, esto para tener la información genética de todos los microorganismos que viven y están presentes en el momento cuando este ambiente estaba contaminado, luego este ADN es fragmentado para ser colocado en una placa y posteriormente realizar un secuenciamiento de próxima generación, el cuál va a permitir analizar la secuencia del ADN y con ayuda de un programa bioinformático, nos va a permitir obtener esas informaciones de las bases nitrogenadas, esas diferentes combinaciones que nos van arrojar la información de cuáles son los microorganismos que han estado presentes en ese momento, en esa zona contaminada, además este método no solo nos da la información de qué microorganismos están presentes, sino también informan la cantidad, la abundancia, para determinar cuál es la bacteria que abundaba más, para así poder hacer un análisis y replicar el microorganismo ideal para remediar el suelo contaminado.

3.6. METODO DE ANALISIS DE DATOS

Matriz para evaluación de datos

Para analizar la información que se va a recolectar se hará mediante una matriz de evaluación de datos, esto para mostrar los métodos que se usarán para la recolección y analizar los datos, para así confirmar la recolección de datos y cotejar los datos existentes.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

El trabajo de investigación se basa en los principios éticos con el respeto de propiedad intelectual, se presentan datos verídicos que se comprueba utilizando en método científico según la metodología aplicada.

4.RESULTADOS

Principios De la Biotecnologías Ómicas

La biotecnología emplea principios biológicos y procesos relacionados con la participación de la biofase, Por lo que se caracteriza por seguir algunos principios de gran importancia como: la evolución, la continuidad, la diversidad

Según Barbadilla, (2014) menciona que el proceso de la evolución biológica, transforma unas especies, en otras descendientes, lo cual también tiene como parte la extinción de la gran mayoría de especies que han existido, una de las teorías más románticas que existe en la evolución de la vida es que dos microorganismos vivos por más diferentes que presenten, estos tienen en común un antecesor.

En su Proyecto de Ciudadanía Ambiental, (2005), nos menciona que la Biodiversidad presenta distintas variedades de microorganismos en un determinado hábitat y en los complejos ecológicos a los cuales pertenecen, a su vez se componen en niveles.

Diversidad genética, entre organismos de una misma especie (variedad intraespecífica).

Diversidad de especies dentro de un ecosistema.

Según Gagneten, Imhof et al (2015) nos menciona que la continuidad a la luz de la perspectiva evolutiva para luego realizar una caracterización filosófica de esta misma, y realizar una distinción de su definición en términos absolutos, y en términos relativos las continuidades.

Tabla N° 1: Principios básicos de la biotecnología ómica.

Principios De la Biotecnología Ómica		
Evolución	Biodiversidad	Continuidad
Es el principio central de la Biología	Es determinada por la variedad de microorganismos vivos	Se entiende como el antepasado de la vida
Este concepto entendemos que la evolución biológica es el proceso histórico sobre la	La Biodiversidad se incluye en la variedad de organismos vivos en una determinada zona o hábitat	Mediante la continuidad de la vida se comparte una perspectiva evolutiva para luego identificar mediante

transformación de unas especies de otro que es descendiente de las especies conocidas por el hombre Entre las teorías más impactantes de la evolución de los seres vivos, se menciona que dos organismos vivos distintos presentan en común un antecesor.	en específico, estos de comprenden en dos niveles los cuales son: -La diversidad genética se da entre organismos de una misma especie -La diversidad de sus especies dentro de un ecosistema.	la caracterización filosófica de la continuidad evolutiva.
--	---	--

Fuente: Elaboración propia

Mecanismo de Biotecnología Ómica (FALTA PONER AUTORES,DE DONDE SALIO LA INFORMACIÓN,SE DEBE CITAR)

La Biotecnología Ómica se considera generalmente como una tecnología sostenible y rentable, acá utilizamos la técnica metagenómica, ya que, gracias a estos los resultados son más eficaces y rápidos para la remediación, en comparación a otros enfoques de biorremediación tradicional.

Este estudio se caracteriza por el trayecto metabólico de la biodegradación y bajo la regulación de sus instrumentos aislados de bacterias genéticamente, estos involucran la metagenómica y estudios comparativos que son útiles para desempeñar en las áreas a remediar.

Acá se aprovecha los conocimientos genéticos del microorganismo para ser incorporados en el huésped (suelo), para así mejorar el crecimiento de la población microbiana bajo un control biológico en la biorremediación.

Otro mecanismo es la exploración de moléculas ómicas, que se basa en el genoma completo de las comunidades microbianas, que es secuenciado a diferencia del transcriptoma, la cual analiza la cepa del ARN de cada bacteria, está cultiva al metanol y la glucosa respectivamente, para así obtener el ADN cromosómicos y mega plásmido. Solo el 10 % de los genes del ADN cromosómico son específicos en la cepa de su género.

Las metodologías de la tecnología omica son la Bioinformática (biología +herramientas computacionales + bases de información)

Una metodología utilizada en la tecnología ómicas es el uso de la bioinformática para hacer el estudio correcto del ADN del microorganismo a estudiar. Existe una unión entre la biología con la tecnología de la información la cual forma la disciplina llamada bioinformática esta nos permite poder extrapolar, almacenar, visualizar la información que se consiguió a base y con ayuda de la genómica, proteómica, transcriptómica y metabolómica

Según Pavisic, Argote y Ordoñez en su artículo de investigación nos mencionan que la bioinformática es una interrelación de disciplinas de suma importancia como lo son la biología molecular, la ciencia de la computación y tecnologías de información. Los objetivos fundamentales de la bioinformática son el de crear nuevas perspectivas globales para que sean unificadas a partir de principios biológicos

Tabla N° 2: Las especialidades de las metodologías ómicas son de tres tipos.

BIOINFORMÁTICA	BIOLOGÍA COMPUTACIONAL	BIOCOMPUTACIÓN
En la bioinformática propiamente dicha que la disciplina científica en la cual se analiza y se interpreta la información biológica	Atiende simulaciones y la modelación matemática de los procesos biológicos, como resultado de las técnicas de rendimiento.	Aquí mayormente el uso de sistema computacionales los cuales se relacionan en modelos y basados en el AD.

Fuente: Elaboración propia

Las tecnologías de microarreglos, de las cuales se puede decir que son dispositivos revolucionarios, lo más actuales pueden tener un área muy pequeña de 1.63 cm² y en esta área pueden fraccionar de hasta 25 μm² esto significa que en un microarreglo comercial se puede tener 6.5000000 millones de fracciones y cada una pueda tener un grupo de sondas diferentes a las otras fracciones

Los micro arreglos pueden ser útiles para los análisis genómicos, así como los análisis transcriptomas incluso pueden ser útiles en los análisis proteómicos con el uso de anticuerpos

Guillén, Torres y Fernández, nos comentan que los bioarreglos ha generado un desarrollo eficiente en todos sus ámbitos de la biología molecular y en general de la ciencia, esta consiste en la deposición de una cantidad estimada de muestras, así mismo reduce su forma para que tenga la posibilidad de integrar el genoma completo.

Las tecnologías ómicas adecuadas para complementar el método de la biorremediación dicho con palabras de Liu,Lina(2019) quien sostiene que la metagenómica es un técnica para detectar genes novedosos,para crear cepas bacterianas genéticamente modificadas. Además, argumenta que a través de una muestra de suelo con la técnicas ómicas podemos identificar y obtener una expresión de genes global de una comunidad microbiana. Es por ello que se argumenta que esta técnica nos proporciona una respuesta eficaz de los microorganismos responsables de la degradación de un contaminante específico, por otro lado la técnica de la genómica nos sirve para aislar los microorganismos que hemos identificado para posteriormente realizar un análisis y seleccionar los ideales ,es decir las que presenten enzimas degradadoras de hidrocarburos.

De tal manera la primera técnica que se plantea es la metagenómica, debido a que trabaja con genomas de múltiples organismos simultáneamente. Con esta técnica estudiamos a los organismos presentes en el suelo en su hábitat nativo como comunidades completas, ya no mediante el cultivo de cepas bacterianas, esto ha cambiado los paradigmas de la biología. La presente técnica es usada en el campo de la biorremediación de ecosistemas contaminados por hidrocarburos, y otros contaminantes. Para nuestra investigación se determinó esta técnica porque se enfoca en la identificación de microorganismos benéficos para realizar su aislamiento de los que presentan propiedades benéficas, y posteriormente aplicarlos en la biorremediación.

Empleando las palabras de Lovley, Derek (2003) nos menciona que la secuenciación del ADN genómico extraído de una muestra ambiental nos ayuda a identificar data importante sobre el potencial genéticos de los microorganismos presentes en el área.

Es por ello que la técnica de la genómica se aplica una vez que tenemos claro todos los microorganismos que están presentes en esa zona contaminada que se determinó con la metagenómica, lo que sigue es aislar aquellos microorganismos que tienen la capacidad degradativa, estas bacterias van a tener en su genoma los genes necesarios para la producción de enzimas y así degradar el contaminante, para luego generar réplicas a partir de su genoma mediante el método del PCR.

Tabla N° 3: Análisis comparativo de las ventajas y desventajas de la tecnología omicas

Técnicas Ómicas	¿Qué es?	Ventajas	Desventajas
Genómica	Es el estudio de microorganismos a partir de su genoma, es decir el conjunto de secuencias de ADN.	Extracción de los datos actuales para proporcionar información adicional sobre las vías (mecanismos) de biorremediación. Permite tener una visión más clara y completa de las vías biorremediación basadas en microbios para proporcionar consorcios microbianos necesarios para el proceso de biorremediación.	Analizar las secuencias de ADN de los genomas microbianos no es suficiente para obtener información crucial sobre la funcionalidad de estas moléculas y los mecanismos reguladores involucrados en la generación de estas moléculas.
Proteómica	Es el estudio a partir de las proteínas de un organismo, conocer cuáles son las proteínas	Análisis simultáneo de todas las proteínas expresadas por una célula, tejido u organismo en una condición fisiológica específica	Para identificar y medir moléculas de proteínas a gran escala todavía depende de los avances recientes en las metodologías

	que intervienen en el proceso.		proteómicas de alto rendimiento.
Metabolómica	Identificación y estudio de metabolitos de un sistema biológico (tejido, células, microorganismos).	La aplicación de enfoques basados en el metaboloma a las muestras ambientales ha permitido desarrollar modelos que pueden prever actividades microbianas bajo diferentes estrategias de biorremediación.	En comparación con la transcriptómica y la proteómica, las tecnologías utilizadas para perfilar los productos finales de la expresión génica (p. Ej., Metabolitos) son menos maduras, y la mayoría de los estudios de metabolómica realizados hasta el momento aún no son lo suficientemente completos y su precisión de medición también necesita una mejora adicional.
Transcriptómica	Es el estudio a nivel de transcritos, es decir a través de los ARN de los organismos mensajeros.	Medir el conjunto completo de todas las moléculas de ARNm, o 'transcripciones', producidas en una célula o en una población de células.	La tecnología podría ser aún más poderosa en el estudio de la unión de todo el genoma y los sistemas reguladores de la expresión génica en bacterias.
Metagenómica	Estudia al conjunto de microorganismos de una muestra, la cual, nos brinda la información biológica y ecológica de la diversidad de su ambiente.	La metagenómica ya ha solidificado su importancia debido al rol importante que comprende para la identificación y caracterización de organismos y aspectos funcionales de consorcios microbianos. Se puede describir la composición genética de los	La metagenómica ofrece funciones limitadas para dilucidar la expresión y actividad de genes.

		microorganismos que habitan en cualquier entorno	
--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA PARA DISEÑO DE UN PROGRAMA DE METAGENÓMICA PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS EN EL OLEODUCTO NOR PERUANO- LORETO

1. Información general

Autor (es):

-Bujahico Huertas, Karen

-Flores Gómez, Irving

-Ricse Condor, Rudy

-Solís Ricaldi, Carlos

Escuela Profesional : Ingeniería Ambiental

Facultad : Ingeniería

2. Presentación

La propuesta consiste en diseñar un programa de identificación de los microorganismos ideales que tienen las mejores propiedades para la remediación, en la cual se plasmarán los métodos que intervienen en este proceso.

El programa está estructurado de la siguiente manera:

1.Caracterización Metagenómica de comunidades bacterianas presentes en la zona contaminado.

2.Secuenciamiento de próxima generación.

3.Aislamiento y caracterización molecular de las bacterias degradadoras de hidrocarburos mediante la técnica de la Genómica.

4.Caracterización de enzimas degradadoras de Hidrocarburos.

5.Ensayos de degradación.

6. Método de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR).

Esta propuesta de programa va dirigida hacia futuras investigaciones y sirva de apoyo para tener conocimientos previos. Se va realizar este programa a partir de información bibliográfica y antecedentes de trabajos afines que nos servirán como apoyo para diseñar el proyecto.

El contexto del siguiente proyecto se dará en 2 fases una Insitu que corresponde al lugar de estudio de la cual se extraerá la muestra ambiental contaminada, la otra fase Ex Situ debido a que esta muestra será llevada al laboratorio para realizar los siguientes métodos tanto de técnicas ómicas, y otros. Se pretende lograr con el siguiente programa la identificación de los mejores microorganismos para la biorremediación a partir de sus enzimas.

El siguiente diseño de programa está proyectado para poder realizarlo de tipo experimental, en esta etapa se plantea procedimientos para aplicarlo en un futuro basado en recopilación de información.

3. Objetivo de la propuesta

Identificar a través de las técnicas ómicas cuales son los microorganismos ideales para realizar la biorremediación de suelos en un corto plazo de tiempo.

4. Justificación

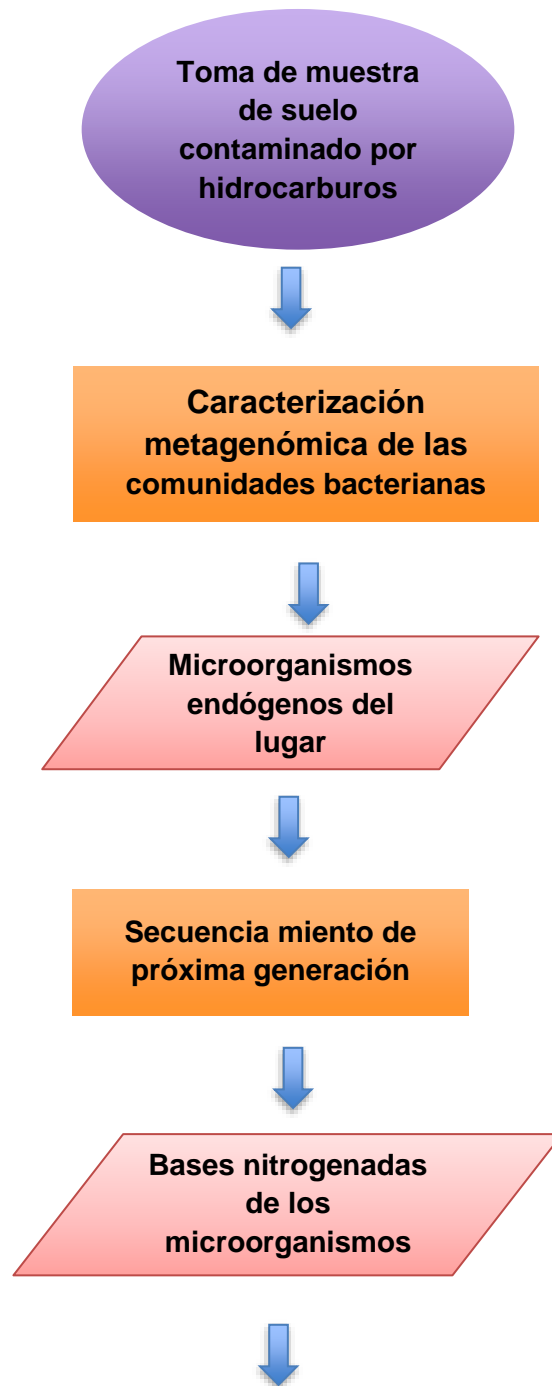
La presente propuesta se realiza porque actualmente las técnicas de biorremediación comunes tienen un factor de degradación lento, por lo que, no logran satisfacer las necesidades que se requieren hoy en día, como es el factor de reducir el tiempo de recuperación del área que se desea descontaminar.

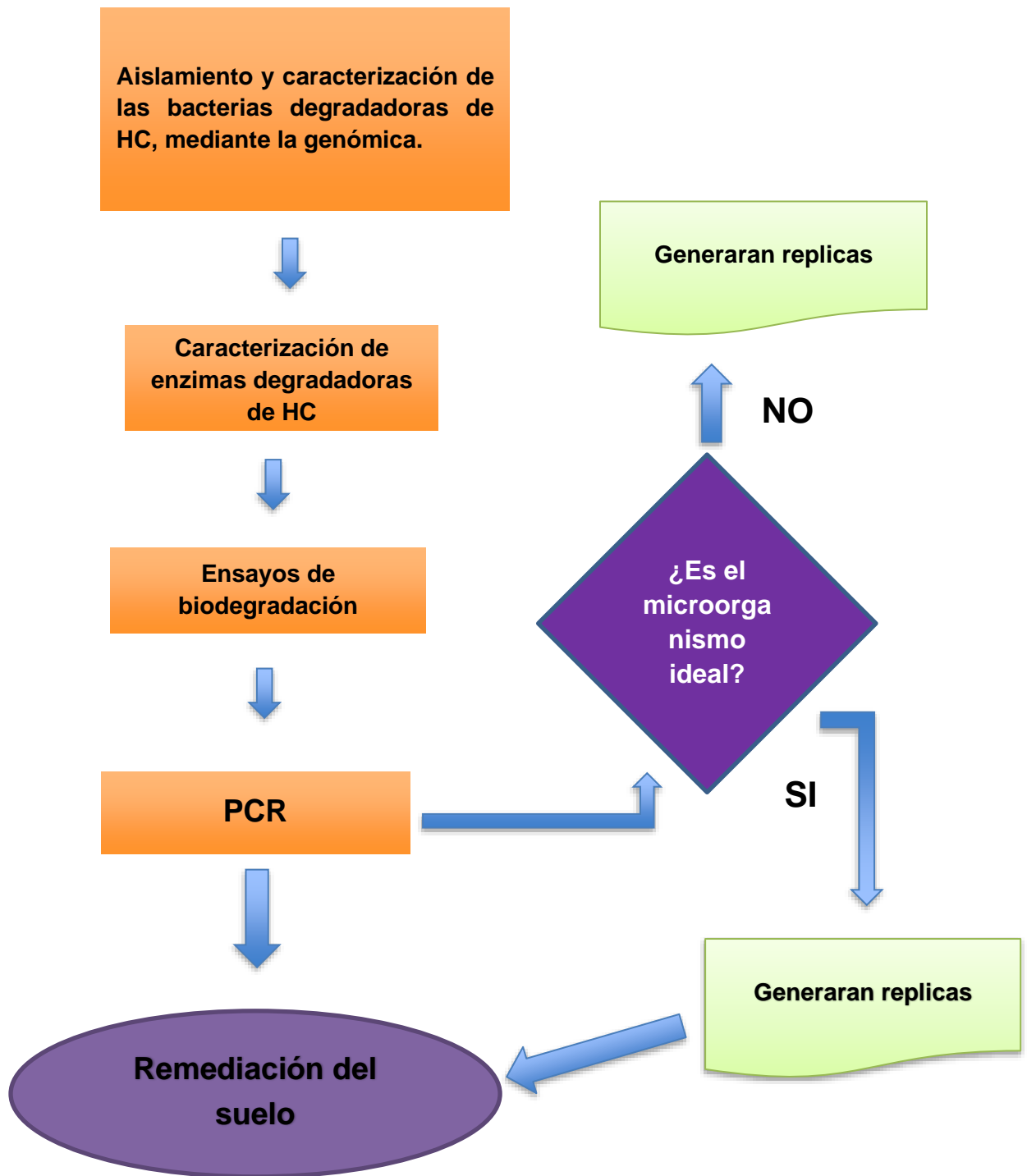
Es por ello que se requiere adoptar nuevos métodos de recuperación en ecosistemas, es así donde entra la tecnología Ómica la cual se va a encargar de reducir este tiempo a uno menos corto gracias a la identificación de microorganismos, los cuales deben tener enzimas específicas para la degradación del sustrato.

Este programa va a contribuir para que el suelo contaminado por hidrocarburos se pueda remediar de una forma adecuada bajo las técnicas anteriormente

mencionadas, debido a que estos métodos ómicas nos van a permitir identificar los microorganismos específicos degradadores de hidrocarburos, los cuales van a hacer que la remediación sea más rápida porque a partir de las enzimas estas van a codificar con el sustrato para así la degradación del contaminante se de en un tiempo corto.

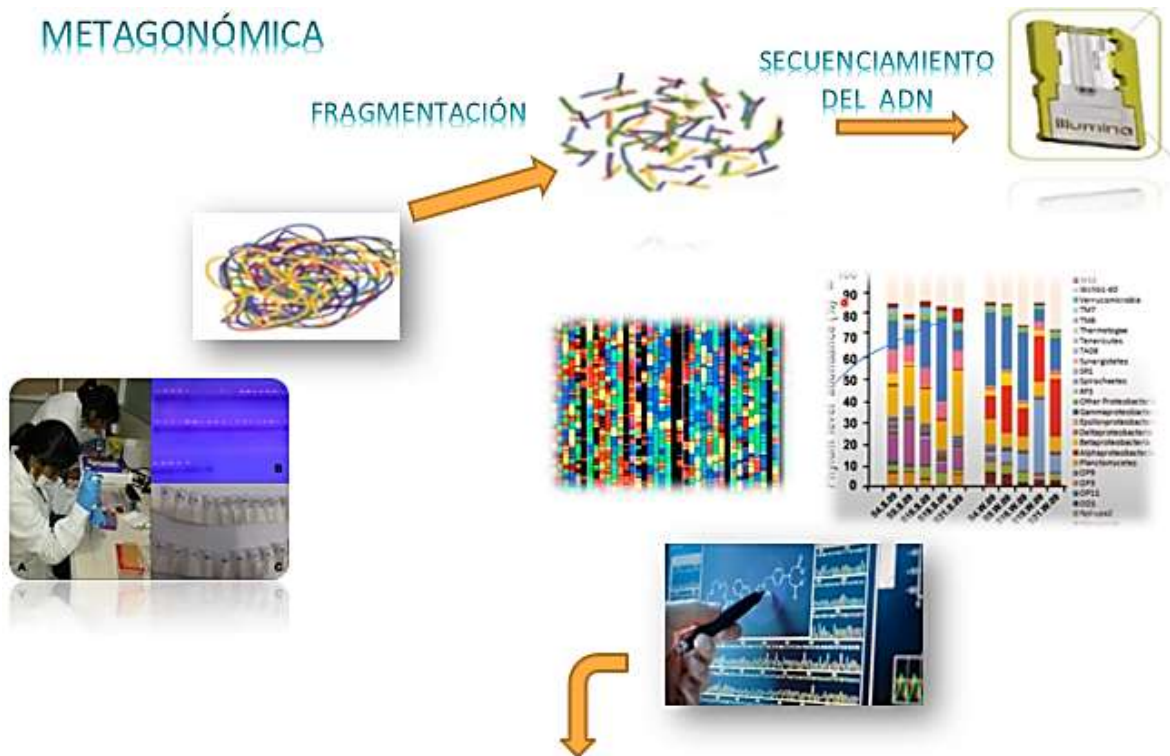
5. Flujograma



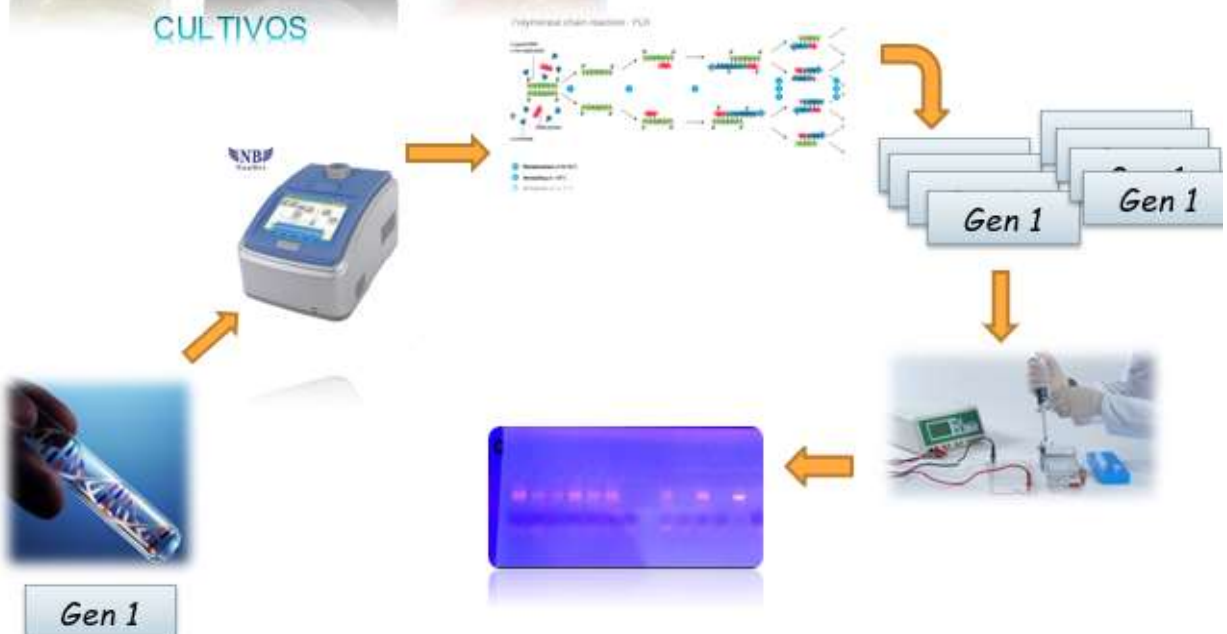


Flujograma de respuesta
Fuente: Elaboración propia

METAGENÓMICA



CULTIVOS



Procesos intervinientes para la obtención de los microorganismos ideal

Fuente: Elaboración Propia.

Discusión

La importancia de la identificación de las comunidades microbianas para la remediación del suelo asume al estudio genético de la bacteria a través de las técnicas metagenómica y genómica para identificar y aislar a las bacterias en cultivos realizados en laboratorio donde esto nos va permitir determinar el ADN del microorganismo para así tener la información genética de sus bases nitrogenadas, de la misma forma Morelli, Irma (2015) en su investigación obtuvo como resultado una mayor efectividad al aplicar la biotecnología ómica en la biorremediación, ya que determina que los microorganismos cumplen una función primordial en la degradación de contaminantes en el suelo. A modo de conclusión, ambos concordamos que estos métodos tiene mayor efectividad al aplicar la remediación del suelo contaminado por hidrocarburo por lo que conlleva a una restauración más fiable y segura.

La aplicación de las técnicas ómicas se basan en principios biológicos, ya sea la evolución, la diversidad y la continuidad relacionada con el ecosistema, en la presente investigación describimos cuál es el método para la obtención de los microorganismos degradadores de hidrocarburos, por lo tanto nos ayuda a tener una eficiencia óptima de tiempo para ayudar a la descontaminación con ayuda de estos microorganismos específicos. Asimismo Azubuike, Christopher, et al(2016) en los resultados obtenidos de su investigación determina que la técnica de biorremediación está ligada a bases teóricas biológicas ya que esta muestra fases en la que se aplica la evolución de cómo se selecciona un determinado microorganismo de una diversidad de especies que va relacionado con nuestro resultado ya que en cada una de esas fases muestra cada principio de la técnica ómica. Por lo cual se concluye que estas técnicas ómicas consisten en seleccionar la técnica adecuada para lograr una biorremediación exitosa, están fundamentadas con principios biológicos a pesar de ser una tecnología nueva en este ámbito.

Se establece la metagenómica es una técnica específica e ideal para realizar la caracterización de los microorganismos debido a que nos permite identificar cuáles son los microorganismos que han estado en el momento en la cual se extrajo la muestra contaminada, además de la cantidad, así como también cuál ha sido la bacteria que abundaba más. Prueba de ello Hernández (2018) obtuvo como resultado que las tecnologías ómicas implican controlar los contaminantes del suelo mediante la metagenómica, que consiste en identificación de los microorganismos que se usan para mejorar los procesos de remediación a través del ADN o RNA, por consiguiente en referencia a las teorías se llega a la conclusión que la metagenómica es por eso que la

metagenómica consiste es una técnica prometedora para el campo de la biorremediación ya que nos ayudará a dar forma al enfoque de la biorremediación, pero de formas más sencillas e interconectadas.

En el proceso de identificación de los microorganismos también se seleccionó a la genómica como una técnica específica para el aislamiento de las bacterias con las mejores propiedades, que han sido identificadas a través de la metagenómica, cabe señalar que en este proceso se realizan ensayos de degradación del contaminante para indicar que cepas de microorganismos son las ideales para la degradación del hidrocarburo en un menor tiempo. y de acuerdo con Palomino (2014), quien utilizó microorganismos aislados para degradar hidrocarburos de manera que consiguió transformar los contaminantes en inocuos realizó la determinación bioquímica de las comunidades microbianas con respecto a la conformidad de microbio unitario, determinando así los tipos de microorganismos que degradan menos los microorganismos que más rápido degradan, es preciso tener en cuenta que para seleccionar microorganismos eficientes, muy aparte se deben tener en cuenta los parámetros óptimos del suelo para el correcto desarrollo de los microorganismos

Como técnicas importantes para lograr la obtención de los mejores microorganismos ideales se usan 2 tipos de tecnologías ómicas como lo son la metagenómica y genómica esto logra identificar los mejores consorcios microbianos para la biorremediación. En comparación con los hallazgos de Sanjana K, Tanwi S, et al. (2016) quien establece que el estudio genético molecular nos brinda estudios más profundos en la degradación por contaminantes, debido a que estos microorganismos pueden reducir la contaminación de suelo en comparación con otros enfoques de biorremediación. El autor seleccionó a la genómica como una técnica óptima debido a sus propiedades para analizar moléculas a diferentes niveles celulares sin embargo en nuestra investigación determinamos que la metagenómica es una técnica adecuada también para la biorremediación debido a que esta nos indica el nivel de expresión de un gen además de brindarnos una visión completa de la base nitrogenada de los microorganismos.

En el proceso de la obtención del microorganismos ideal se aplican técnicas complementarias como el secuenciamiento de próxima generación que consiste en analizar las secuencias del ADN ,para luego a través del método del PCR realizar la réplica de los microorganismos ideales quienes a través de sus enzimas específicas van a degradar a los sustratos, esto sucede debido a la codificación entre ambos entre la enzima degradadoras y el sustrato con el objetivo de volverlos inocuos hacia el medio

ambiente; sin embargo Muneer, et al(2018) ,sostiene en sus resultados que los enfoques omicos consiste en un estudio de los mecanismos moleculares detrás de las transformaciones microbianas de los contaminantes tóxicos, además estos presentan propiedades para identificar a los organismos responsable de la eliminación de contaminantes. Por esta razón se concluye que las técnicas complementarias como el secuenciamiento de próxima generación tiene la propiedad de rastrear los microorganismos específicos para eliminar eficazmente los contaminantes en el medio ambiente a través de las réplicas de esos organismos identificados.

Conclusiones

Se describieron los principios básicos de las tecnologías ómicas, así como también los mecanismos en los cuales las tecnologías ómicas intervienen, y las metodologías que estas abarcan en el proceso de remediación de suelos, así como su eficiencia como un complemento de la biorremediación debido a la identificación de las bases nitrogenadas de las diferentes familias de microorganismos implicados en la aplicación de estas metodologías.

En base a información bibliográfica se determinó 2 tecnologías ómicas adecuadas para la presente investigación, debido a sus propiedades que tienen cada una de ellas en comparación con las otras ómicas, se eligió la técnica de la metagenómica debido a que esta nos permitirá identificar y caracterizar los microorganismos para luego con la técnica de la genómica aislar cuales tengan las mejores propiedades degradativas y así poder usar los microorganismos específicos para aplicarlos en la biorremediación.

Se realiza una propuesta de un programa metagenómico con el fin de establecer las etapas que intervienen en todo este proceso hasta lograr la obtención de los microorganismos ideales, desde la recolección de la muestra de suelo contaminado hasta la última etapa que consiste en la réplica de los microorganismos específicos mediante el PCR y así obtener una masificación de estos mismos.

Recomendaciones

En general, la contaminación de suelos por hidrocarburos puede ser recuperados mediante la biorremediación, pero para hacer aún más eficiente este proceso es recomendable el estudio y el uso de las tecnologías ómicas debido a sus propiedades degradativas de los sustratos con organismos específicos de tal manera con el fin de acortar el plazo de recuperación de un ambiente contaminado.

La investigación realizada sirve para dar a conocer que el uso de la biotecnología omica en la remediación de suelos es una alternativa de solución mucho más eficiente que la tradicional, por lo que se recomienda el uso de esta para tener mejores resultados, muy aparte que genera una reducción costes y tiempo.

En esta investigación se dio a conocer diferentes técnicas ómicas, sin embargo, se recomienda usar dos técnicas específicas que son la metagenómica y genómica debido a sus propiedades de identificación y caracterización de los microorganismos adecuadas para remediar suelos contaminados, además se recomienda el método del PCR para la replicación de los microorganismos una vez ya seleccionados.

Referencias bibliográficas

SANJANA K, Tanwi S, et al. "Omics" Tools for Better Understanding the Plant-Endophyte Interactions. Magazine In Plant Science (en línea). Junio 2016, vol.7 [Fecha de Consulta: 01 de Julio del 2020].

ISSN:27446181

Disponible en: <https://sci-hub.tw/10.3389/fpls.2016.00955>.

YUNHAI, S, Jun L, et al. Comparative genomics and transcriptomics insights into the C1 metabolic model of a formaldehyde degrading strain *Methylobacterium* sp. XJLW. Magazine Mol Omics (en línea). Abril del 2015, vol. 2. [Fecha de consulta: 01 de Julio del 2020]

ISSN: 30785446

Disponible en:<https://sci-hub.tw/10.1039/c8mo00198g>

CHIRAYU, D, Hilor P, et al. Advances in Molecular and "Omics" Technologies to Gauge Microbial Communities and Bioremediation at xenobiotic/anthropogen Contaminated Sites. Magazine Bioresource Technology (en línea). Marzo del 2010, vol. 101. [Fecha de consulta 22 de junio del 2020].

ISSN: 19962886

Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19962886/>

SUPREETA, V, Max C, et al. Optimization of Multi-Omic Genome-Scale Models: Methodologies, Hands-on Tutorial, and Perspectives. Magazine Methods in Molecular Biology (en línea). 2018, vol. 1716. [Fecha de consulta 22 de junio del 2020].

ISSN: 29222764

Disponible en: https://sci-hub.tw/10.1007/978-1-4939-7528-0_18

MUNEER, Malla, et al. Understanding and Designing the Strategies for the Microbe-Mediated Remediation of Environmental Contaminants Using Omics Approaches. *Revista Frontiers in microbiology* (En línea).04 junio 2018, vol,9(1132). [Fecha de consulta: 31 de mayo de 2020].

ISSN: 1664-302X

Disponible en <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01132>

AZUBUIKE, Christopher, et al. Bioremediation techniques—classification based on site of application: principles, advantages, limitations and prospects. *Revista mundial de microbiology and biotechnology* (En línea). 16 septiembre 2016, vol.32(180). [Fecha de consulta 31 de mayo de 2020].

ISSN: 1573-0972

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2137-x>

FUENTES, Sebastián, et al. Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons: Catabolic Genes, Microbial Communities, and Applications. *Applied microbiology and biotechnology* (En línea). 2 abril 2014, vol.98(11). [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2020]

ISSN: 1432-0614

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5684-9>

MORELLI, Irma, et al. La biorremediación en la era post-genómica. *Revista Química Viva* [en línea]. 14 abril 2015, 14(1), 26-35 [fecha de Consulta 10 de Julio de 2020].

ISSN: 16667948

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86340672005>

LOVLEY, Derek. Cleaning up with genomics: applying molecular biology to bioremediation. *Nature Reviews Microbiology* (En línea). Junio 2003, Vol.1, 35-44. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2020].

ISSN: 1740-1534

Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nrmicro731>

PAVISIC, Davor, et al. Avances en Proteómica [en línea]. 2001 Vol 1, 3-18 [fecha de consulta 10 de julio del 2020]

ISSN 1683-0789

Disponible en: <https://url2.cl/q98W9>

GUILLEN, Isabel, TORRES, Erik y FERNANDEZ, Julio Tecnología, análisis y aplicaciones de los Bio-arreglos *Revista Biotecnología Aplicada* (en línea) 2003 , Vol 20, 77-84. [Fecha de consulta 10 de julio del 2020]

ISSN 0864-4551

Disponible en: <https://url2.cl/CfJn3>

CERNA, Bryan Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos usando el hongo *Penicillium janthinellum* en los servicios generales de la UNALM – La Molina, Tesis (Titulo en Ingeniería Ambiental) Lima: Universidad Privada Cesar Vallejo, 2018

Disponible en : <https://url2.cl/UU5qW>

BARBADILLA, Antonio. La selección Natural:” Me replicó luego Existo”. Área de Genética y Microbiología [En línea],2014. [Fecha de consulta:10 de Julio del 2020].

Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/me-replico-luego-existo.pdf>

Proyecto de Ciudadanía Ambiental (México). Diversidad Biológica. 27pp.

Disponible en: <https://parlatino.org/pdf/temas-especiales/pnuma/diversidad-biologica.pdf>

GAGNETEN, Imhof et al. Biología conceptos Básico [En línea]. Universidad Nacional de Litoral. [Fecha de consulta: 10 de Julio del 2020]. Unidad 5. La continuidad de la vida y la proliferación celular.

ISSN 21555895

Disponible en: http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/biologia/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/BIO_05.pdf.pdf

OROSCO, Verónica, Soria, Biorremediación de vegetación contaminada con petróleo por derrames en el campamento GUARUMO- Petro producción. Tesis. (Titulación en Biotecnología Ambiental) Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,2008.

Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/225/1/236T0009.pdf>

LAUREANO, Viviana, CRESPO, Silvia. Efectividad de un producto biotecnológico comercial EMTM microorganismos eficaces – REMED en el tratamiento de aguas residuales industriales a nivel BATCH de la empresa ENCE – energía & celulosa - PONTEVEDRA 2015. Tesis (Master en contaminación industrial). Universidad de Vigo, 2015.

Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/733808/1/tesis.pdf>

PALOMINO, Sonia. Microorganismos con capacidad degradativa de aceites lubricantes usados, aislados de estratos superficiales de suelos contaminados y optimización de condiciones de crecimiento. Ayacucho 2009. Tesis (Maestría en ciencias mención: saneamiento alimentario y ambiental). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA, 2014.

Disponible en:

http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1112/TM%20C03_Pa_l.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PISFIL, Yessenia. Remediación de suelos contaminados en operaciones de perforación en Nor-Oeste y Selva. Tesis (Titulo de Ingeniería Petróleo). Universidad Nacional de Piura. 2019

Disponible en : <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1901/PET-PIS-CAL-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ITURBE, Rosario. ¿Qué es Biorremediación? [En línea] México: Universidad Nacional Autónoma de México.,2010 [Fecha de Consulta: 20 de mayo del 2020].

ISBN: 97860702

Disponible en: http://www.dgdc.unam.mx/assets/cienciaboletto/cb_11.pdf

YUPANQUI, Guisela. Seminario iii – biodegradación de contaminantes xenobióticos: biorremediación de suelos, acuíferos, derrames de petróleo, relaves mineros.Seminario (En línea). Octubre 2014. [Fecha de consulta: 11 de Julio del 2020]

Disponible en: <https://url2.cl/4HqcP>

TICONA, David. Recuperación de suelos de las riberas de la laguna choquene generados por la contaminación de pasivos ambientales mineros en el proyecto minero sillustani - minsur S.A.Tesis (Titulación de Ingeniero de minas). Puno: Universidad Nacional de Altiplano, 2018.

Disponible en: <https://n9.cl/pfq3>

CENTRO de Actividad Regional para la Producción Limpia. Aplicaciones de la Biotecnología en la industria Diciembre del 2002. Disponible en: <https://n9.cl/ra9x>

HERNÁNDEZ, M, , et al. Biotecnología ambiental: desafíos y perspectivas en la aplicación de tecnologías combinadas para mejorar la remediación y la generación. Revista Peruana de Biología (en línea). Marzo 2020, vol.27, n.º1. [Fecha de Consulta: 16 de mayo del 2020].

ISSN:17279933

Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332020000100043&script=sci_arttext

GARZÓN, J, Rodríguez J, et al. Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. Revista Univ. Salud (en línea). Agosto 2017, n.º1. [Fecha de Consulta: 16 de mayo del 2020].

ISSN: 23897066

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n2/0124-7107-reus-19-02-00309.pdf>

CEBRON, A, Norini M-P, et al. Real-time PCR quantification of PAH-ring hydroxylating dioxygenase (PAH-RHDa) genes from Gram positive and Gram negative bacteria in soil and sediment samples. Revista de Métodos Microbiológicos (en línea). Mayo 2008, vol.73, n.º2. [Fecha de Consulta: 17 de Mayo 2020].

ISSN: 18329116

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167701208000286?via%3Dihub>

SUENAGA, H et al. Functional screening of a metagenomic library for genes involved in microbial degradation of aromatic compounds. Magazine Environ Microbiol (en línea). Septiembre 2007, n.º 9. [Fecha de Consulta: 17 de Mayo 2020].

ISSN: 17686025

Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17686025/>

Rajiv, Dalsukh, et al. Bioremediation of contaminated sites: A low - cost nature biotechnology for environmental clean up by versatile microbes, plants & earthworms. [En línea]. Australia : Nova Science Publishers, Inc, 2009. [Fecha de consulta: 15 de Mayo del 2020].

ISBN: 978-1-60741-761-3

Disponible en:

<https://core.ac.uk/download/pdf/143868613.pdf>

De Barrera, J. Metodología de la investigación holística.[En línea] 3.ed. Caracas: Fundación SYPAL, 2000. [Fecha de consulta: 5 de Mayo del 2020].

ISBN:980-6306-06-66

Disponible en:

<https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>

MARTÍNEZ S, Perez S (2005) Grupo de investigación E08-48 “Contaminación de suelos” , España 2005. Universidad de Murcia, Conama 9 (pág. 15 a 16).

Disponible en: <https://csoils.blogspot.com/p/publicaciones.html>

VLAANDEREN, Jelle, et al. Application of Omics Technologies in Occupational and Environmental Health Research; Current Status and Projections.Artículo científico(En línea).04 febrero 2010,n.º2.(Fecha de consulta: 31 de mayo de 2020).

ISSN: 19933307

Disponible en <https://oem.bmj.com/content/oemed/67/2/136.full.pdf>

PONCE Contreras, Daniela. Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. Tesis (Para obtener el grado de Ingeniero Civil). Concepción: Universidad del Bio-Bio,2014.

Disponible en

<http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/135/3/Ponce%20Contreras%2C%20Daniela.pdf>

CONGRESO de la república. Comisión investigadora del Oleoducto.02 de noviembre de 2017.Disponible en:

http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/Expvirt_2011.nsf/b8a7d82f30bfaf7305256f260056634d/bbcdd13643b11ef50525824f007acc72?OpenDocument

BUENDIA, Hildebrando. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el compost de aserrín y estiércol. (Artículo científico en línea). Julio-diciembre 2012, n.º15. (Fecha de consulta: 29 de mayo de 2020).

ISSN: 1561-0888

Disponible en

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/4101>

FELIX, Fernando. Taller teórico-práctico biotecnologías “ómicas” y sus aplicaciones para la biorremediación y biodegradación de contaminantes de los ambientes marinos(En línea).Tumbes: Comisión permanente del pacífico sur.2017(Fecha de consulta: 27 de mayo de 2020).Metagenómica.

Disponible en:

<http://www.cpps-int.org/index.php/actividades-pda-m/2017/392-curso-conpacse-2017>

HURTADO León y TORO Josefina 2007 *Modelos de conocimiento que rigen los procesos de Investigación y los métodos científicos expuestos desde la perspectiva de las Ciencias Sociales* (en línea) Venezuela Editorial CEC.SA , (Fecha de Consulta : 12 de Julio del 2020)

ISBN: 9789803882846

Disponible: <https://n9.cl/es9k>

CARDENAS, Paul. Biodegradación de hidrocarburos totales de petróleo por bioestimulación con Cachaza y Guano de Islas en suelos de la Refinería Conchán Tesis (Titulo en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Privada Cesar Vallejo ,2017.

Disponible: <https://n9.cl/73w3>

BENITEZ,Javier,et al.Anticipando ciencias ómicas.Revista científica.[En Línea].2019,vol,1.5-29[Fecha de consulta 15 de mayo 2020].

ISSN:37632201

Disponible en: <https://cutt.ly/MpU8fnD>

LIU,Lina,et al.Mitigation of environmental pollution by genetically engineered bacteria current challenges and future perspectives.*Revista ciencia del medio ambiente tota*[En línea].2019,Junio.Vol,667(1).444-454[Fecha de consulta 23 de junio 2020].

ISSN:0833243

Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.390>

DAFFONCHIO,Daniele et al.Bioremediation of Southern Mediterranean oil polluted sites comes of age.Revista nueva tecnologia[En linea].2013,septiembre.vol.30(6).743-748.[Fecha de consulta 05 de junio 2020]
ISSN: 23727339
Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2013.05.006>

MATRIZ DE CONSISTENCIA – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN: BIOTECNOLOGÍA OMICA PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS EN EL OLEODUCTO NOR PERUANO -LORETO

AUTOR:

BUJAHICO HUERTAS KAREN, FLORES GOMEZ IRVING, RICSE CONDOR RUDY, SOLIS RICARDI CARLOS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Qué tipo de biotecnología omica será la más efectiva para complementar la biorremediación y la degradación de suelos contaminados por hidrocarburo?	GENERAL: Proponer un programa de biotecnología omica para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el oleoducto Nor peruano - Loreto	Aplicando la Biotecnología Omica se logrará una mayor eficiencia en la Biorremediación de suelo contaminados por hidrocarburos	VD: BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS VI:	No experimental	100 m2 de suelo contaminado por hidrocarburos en Loreto.	Observación (REGISTRO DOCUMENTAL)	Matriz de evaluación de datos, tablas comparativas, diagrama de flujo.
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	

	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>Describir los principios, mecanismos y metodologías que la biotecnología omica para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el oleoducto Nor peruano - Loreto.</p> <p>Seleccionar la tecnología ómica adecuada para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el oleoducto Nor peruano - Loreto</p> <p>Diseñar un programa de metagenómica para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el oleoducto Nor peruano - Loreto.</p>		<p>TÉCNICA DE LA BIOTECNOLOGÍA OMICA</p>	<p>Descriptivo, explicativa, documental</p>	<p>5m2 de suelo contaminado por hidrocarburos</p>	<p>Ficha de registro documental</p>	
			<p>Clasifica La variable:</p> <p>Variable dependiente (Cuantitativas)</p> <p>Variable independiente (cuantitativa)</p> <p>Según su complejidad se les categorizó complejas porque descomponen en dimensiones e indicadores.</p>				

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VD BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS	Es la utilización de microorganismos para tratar una sustancia o para recuperar las condiciones medioambientales, la biorremediación apela a organismos vivos para remediar un hecho. (Pérez y Gardey,2016)	Los microorganismos que viven en el suelo les gusta comer algunos compuestos químicos que son tóxicos para la naturaleza, hidrocarburos (gasolina, petróleo) .	Tratamiento biológico Tratamiento físico-químico Tratamientos térmicos	Crecimiento poblacional Viscosidad y Tiempo Temperatura	Intervalo Intervalo Intervalo
VI TÉCNICA DE LA BIOTECNOLOGÍA OMICA	La biotecnología es la selección de los mejores microorganismos que tengan las propiedades necesarias para lograr una biorremediación más eficiente. (Félix,2017).	Los productos de los genes microbianos, nos sirve para identificar los agentes microbianos beneficiosos que nos ayudará a la degradación de los suelos contaminados.	Técnica PCR Técnica LAM Técnica CRISKAR	Identificación y secuenciación de genomas (PRC)	Copias del Gen de interés (horas)